

Allgemeines

Das holländische PC-**Programm Coach5** bietet die Möglichkeiten,

- zusammen mit Sensoren und Datenloggern bei Experimenten **automatisch zu messen** und die gewonnenen Daten danach optimal auszuwerten,
- Vorgänge und Gesetzmäßigkeiten zu **modellieren** und danach zu **simulieren**,
- Vorgänge und Zustände zu **steuern** und
- kurze **Videosequenzen** von sich bewegenden Körpern meist **in Diagrammen auszuwerten**

Es können **nur digitale Videoclips** bearbeitet werden, welche das Format AVI, MOV oder MPG haben. Zahlreiche Videoclips können im Internet auf diversen Sites heruntergeladen werden.

(z.B. <http://www.physik.uni-muenchen.de/didaktik/Computer/DAVID/video.htm>), fortgeschrittene Anwender von Coach5 stellen auch **eigene Videosequenzen** her.

Aus der **Anzahl der Bilder pro Sekunde**, mit der ein Videoclip aufgenommen worden ist, werden die **Zeitinformationen** hergeleitet, während die **Informationen über den Ort** in zwei Dimensionen aus den Videobildern gemessen werden können, nach dem die Koordinatenachse(n) mit einer bekannten Länge in der Ebene des Geschehens des Videoclips geeicht worden ist (sind).

Mit Videoclips kann man z.B. auch Vorgänge erforschen, die man anders - etwa mit Sensoren - kaum oder nur sehr aufwändig ausmessen könnte.

Im folgenden wird angenommen, dass der Anwender die Struktur und das grundlegende Handling des Coach5-Programmes kennt. Die Aufgabenstellung wird unter Anleitung (verfolgbar auch über eine Beamerprojektion) ausgeführt.

1. Das Format für die Coach5-Videoclips

Als Greenhörner (wir sind keine Filmer) auf diesem Gebiet haben wir lange ☹ herumprobiert und schließlich folgende Lösungen gefunden:

a) **Formatierung der Videoclips** mit dem **Adobe Premiere 6.0 Programm** (ein Profiprogramm; es gibt neuere Versionen): Videoclips im Format des digitalen Camcorders oder der Digikamera öffnen und dann als Film exportieren. Beim exportieren die richtige Compression einstellen: „Cinepak von Radius“. Es entstehen so .avi-Dateien, die Coach5 „versteht“. Achtung: AVI ist nicht gleich AVI !

b) **Formatierung** mit dem **Freeware Programm VirtualDub**:

Herunterladbar auf www.virtualdub.org ! Die Vorgehensweise ist analog:

Programm starten; Videodatei öffnen/laden und anschauen; im Menü **Video** mit **Compression...** den **Cinepak-Codec** auswählen und ev. die Qualität einstellen; im Menü **File** unter **Save as AVI** abspeichern.

Dieses abspeichern bzw. exportieren dauert dann jeweils einige Zeit; das Programm hat dabei einiges zu tun. ☹

1.1 Bereitstellen von Videoclips mit Premiere 6.0

Wir verwenden zur Aufnahme von Videoclips entweder den **Sony-Camcorder DCR-TRV19e** oder die Digitalkamera **Minolta Dimage S304**. Die Kurzfilme der Minoltakamera haben zwar nur 15 Bilder pro Sekunde und die Auflösung der Bilder ist logischerweise schlechter, können aber ohne weiteres ruck zuck mit dem VirtualDub-Programm für den Coach5-Einsatz codiert werden. Man braucht nur ein USB-Kabel und kein Firewire.

Für die Sony-Camcorder-Clips und MOV-Kurzfilme anderer Digitalkamera-Marken ist nach unserer bisherigen Erfahrung z.B. Premiere 6.0 von Adobe nötig.

Mit **Datei / Aufnehmen / Filmaufnahme** wird der Film mit Firewire-Kabel vom Band des DV-Camcorders auf das Notebook / den PC kopiert. Dazu steht einem im Filmaufnahmefenster die „Tastatur“ eines Videorecorders zur Verfügung; zuerst den **Play-Button**, dann den **roten Aufnahmeknopf** drücken. Der dann in der Ablage oben aufscheinende Videofilm wird in die

Videospur des **Schnittfensters** nach unten gezogen. Dort kann jedes Bild = Frame (1 Frame) angezeigt werden, jedes zweite (2 Frames), jedes erste einer Sekunde (1 Sekunde), jedes erste jeder zweiten Sekunde (2 Sekunden) ... je nach Länge des Filmes. Unsere Videofilme sind aber meisten nur 1 – 5 Sekunden lang.

Im Schnittfenster wird jener Ausschnitt des Filmes hergerichtet, der danach richtig komprimiert abgespeichert und exportiert werden soll. Dazu sind eigentlich nur die Werkzeuge „**Rasierklinge**“ (mit der man zwischen zwei Frames hinein schneidet) und „**Pfeil**“ zur Markierung eines Ausschnittes nötig. Im **Schnittfenster**-Hauptmenü kann dann mit **Löschen und Lücke schließen** bequem der markierte Teil gelöscht werden. Hilfreich kann auch ein Doppelklick auf die Zeitleiste oben im Schnittfenster sein; es entsteht so dort ein gelber Balken, mit dem ein Teil des Filmes markiert werden kann. Mit **Datei / Schnittfenster exportieren / Film** erfolgt dann der Export; dabei muss der richtige Codec (Cinepak, siehe oben) eingestellt und ev. auch der entsprechende Speicherplatz ausgesucht werden. Um die mit aufgezeichnete Tonspur kümmern wir uns nicht. Falls man sie löschen wollte, müsste man die Verbindung zwischen Audio und Video unterbrechen, was im Hauptmenü **Clip** zu machen ist. Sonst wird mit dem Löschen der Tonspur auch der Film im Schnittfenster gelöscht.

1.2 VirtualDub-Handling

File / Open Video File ... öffnen des Videoclips

Mit den selbsterklärenden Befehlen im **Edit**-Menü wird der gewünschte Teil des Videoclips ausgewählt, der Rest gelöscht (Set selection start, Set selection end, clear selection, delete, ..)

Im **Video**-Hauptmenü muss dann unter **Compression...** der richtige Kompressions-Codec ausgewählt werden. Danach wird der Videoclip mit **File / Save as AVI ...** exportiert. Finito.

2. Das Starten einer Sprinterin - Musterbeispiel zum Erlernen der Videoauswertung

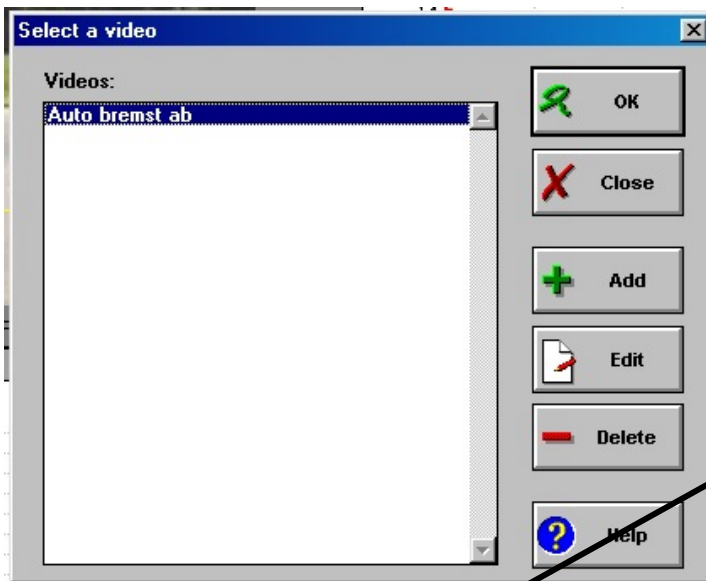
Wenn man dazu einen passenden Videoclip hat, kommt man bei seiner Auswertung **leichter** zu den wichtigen Ergebnissen als dies etwa beim Modellieren der Fall ist. Außerdem orientieren wir uns bei der Auswertung des Videoclips an realen Vorgängen in der Natur und verwenden nicht einfach Formeln, wie das beim Modellieren der Fall ist. Toll ist dabei aber, dass man wirklich auf die gleichen Ergebnisse kommt.

Nach dem **Anlegen eines neuen Projekts**, z.B. "DV: Starten und Fallversuche", wird beim **Öffnen einer neuen Aktivität** "kein Panel" (d.h. kein Datenlogger) ausgewählt; ohne Datenlogger kann man nur Modellierung betreiben oder Datenvideos auswerten. Wir klicken also im Fenster **Activity options** den **Radiobutton "Data Video"** an. Nach dem OK öffnet sich der Hauptbildschirm von Coach5, wie er sich bei der Auswertung von Videosequenzen zeigt (siehe große **Abb.** auf der **nächsten Seite** unten):



Im linken oberen Viertel dieses Hauptbildschirms ist das **Data Video Fenster**. In dieses Fenster muss nun der Videoclip "hineinkopiert" werden, d.h. hier müssen wir den Videoclip öffnen, und zwar mit **Open Video...** im **Toolbox Menü** (siehe linke Abbildung).

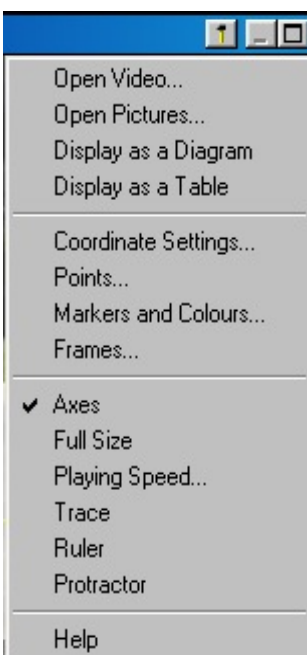
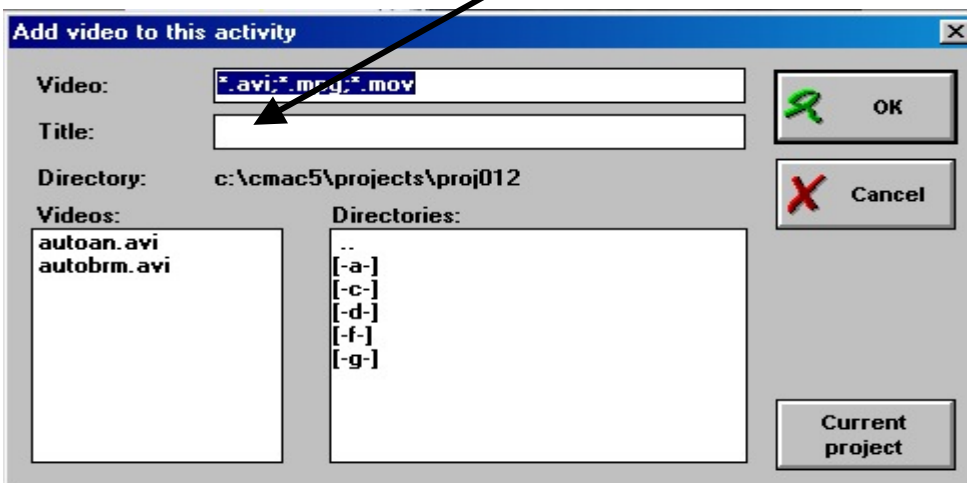
Bei der Auswahl von **Open Video...** öffnet sich das Dialogfenster **"Select a Video"** (siehe ebenfalls nächste Seite). Falls in diesem kein Video aufscheint/angeboten wird, muss über die **Schaltfläche [+ Add]** das Video in die aktuelle Aktivität geholt werden. Dies ist aber nur möglich, wenn davor die Videosequenz mit Hilfe des **Projekt Managers** von Coach5 in das schon bestehende Projekt hineinkopiert worden ist. Das Handling mit dem Projekt Manager von Coach5 ist sehr wichtig. Wir lernen es by doing ☺. Links das wichtige **Toolbox Menü** des **Data Video Fensters**, das auch als **Kontextmenü** (rechter Mausklick) dieses Fensters geöffnet werden kann.



Falls hier links kein Video angezeigt wird, muss es durch [+ Add] in die Aktivität hineingeholt werden.

Die zwei Videos scheinen im unteren Dialogfenster nur dann auf, wenn sie vorher mit dem **Project Manager** dorthin kopiert worden sind.

Hier kann der Clip ordentlich benannt werden; Filenamen können leider nur 8 Zeichen in Coach5 vor der Extension haben. Dies wird sich bei Coach6 ändern.

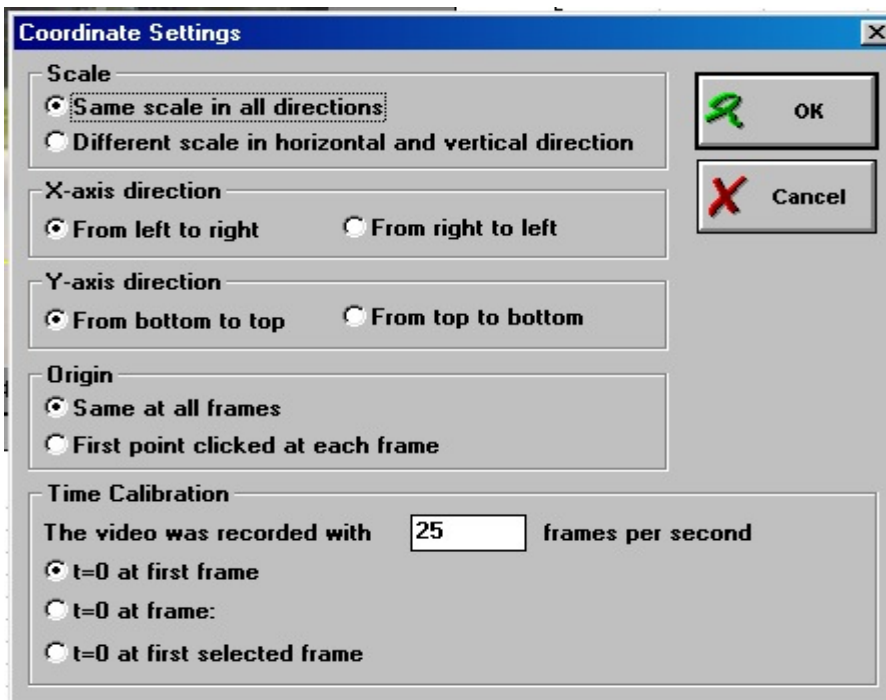


Ist nun der gewünschte Videoclip (genau genommen sein erstes Bild = Frame) im **Data Video Fenster** sichtbar, kann der Film **mit den kleinen Schaltflächen** (wie bei einem Rekorder) direkt unter den Videobildern wie gewünscht (zur Gänze oder nur schrittweise) abgespielt und wieder zurückgespult werden.

links das **Kontextmenü** des Data Video Fensters

Das **Toolbox Menü** ist auch **das Kontextmenü** des **Data Video Fensters** und kann somit auch mit **einem rechten Mausklick** aufgerufen werden.

Bevor man die Bilder des Clips auszuwerten beginnen kann, müssen vor allem in den **Menüpunkten** *Coordinate Settings...* bis *Frames...* dieses Kontextmenüs wichtige Einstellungen vorgenommen werden:

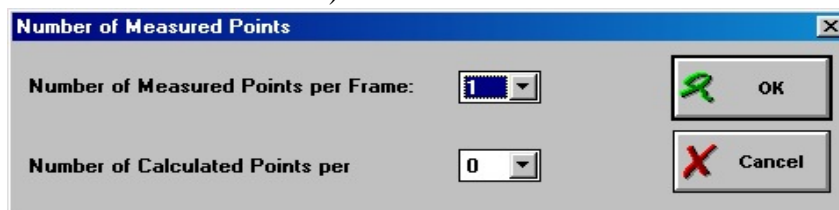


a) *Coordinate Settings...* : Es öffnet sich das **oben rechts** abgebildete Dialogfenster. Wir müssen für unser Beispiel keine Veränderungen vornehmen; wie unten ersichtlich ist, wurde der Videoclip mit **25 Bildern pro Sekunde** (typisch für normale digitale Videos) aufgezeichnet. Nach der Bestätigung mit OK ist noch wichtiges zu erledigen: Unmittelbar danach muss/kann man die gelben **Koordinatenachsen** mit der Maus (linke Maustaste gedrückt halten) **positionieren**; wir verschieben nun das Koordinatensystem derart, dass die y-Achse durch die **deutlich sichtbare Grenze**

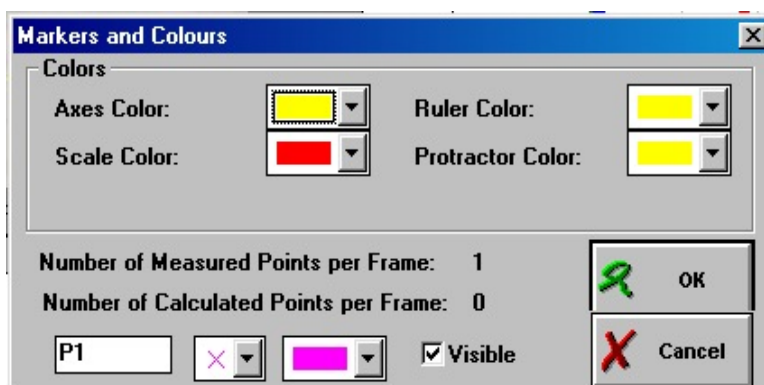


zw. weißem T-Shirt und schwarzer Hose der Sprinterin verläuft. Außerdem hat sich automatisch ein weiteres **Dialogfenster zur Skalierung der Achsen** geöffnet; mit der linken Maustaste positionieren wir den ebenfalls erschienenen **roten**

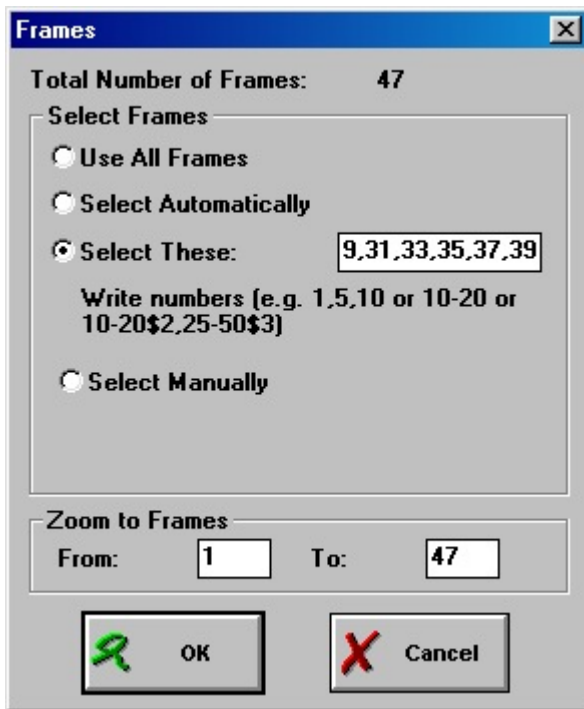
Skalierungsmaßstab parallel zum am Boden liegenden **3m Maßstab** (wurde bei der Aufnahme extra hingelegt) und tragen im **Dialogfenster "Scale Settings"** die Länge 3 m (**Achtung: Komma** ist in Coach5 immer ein **Punkt**) ein.



b) *Points...* : In diesem Dialogfenster müssen wir keine Änderungen vornehmen! Auf jedem Bild markieren wir nur einen Punkt; berechnen tun wir keinen.



c) *Markers und Colours* : Die voreingestellten Farben akzeptieren wir, bei der Markierung der einzumessenden Punkte ganz unten im Dialog könnten wir eine Änderung vornehmen: Ersetzen wir die x-Markierung durch eine +- Markierung und suchen wir uns vielleicht eine andere Farbe für die Marken aus (falls wir halt etwas ändern wollen).



d) **Frames ...** : Unter diesem Menüpunkt werden jene Bilder des Clips ausgewählt, welche für die Auswertung interessant sind.

Bei der Bildauswahl gibt es mehrere Möglichkeiten:

(1) standardmäßig sind **alle Bilder** des Clips ausgewählt

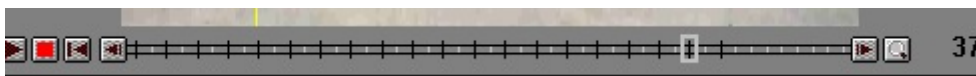
(2) bei der **automatischen Auswahl** durch das Coach5-Programm kann man die Anzahl der Bilder angeben, die verwendet werden sollen; wenn ein Clip z.B. 60 Bilder hat und hier 20 eingegeben wird, wird nur jedes 3. Bild zur Auswertung angezeigt.

(3) bei **Select These** kann der Benutzer eine Liste eingeben: unser Video hat 47 Bilder; auf den letzten 8 Bildern steht das Auto nur; deshalb ist für unseren Videoclip die Eingabe **1-39\$2** sinnvoll; dabei wird jedes zweite Bild von 1 bis 39 ausgewählt.

25-50\$3 würde jedes dritte Bild zwischen 25 und 50 auswählen, also die Bildnummern 25, 28, ..., 46, 49.

(4) bei der Auswahl **Select Manually** muss zuerst das Dialogfenster Frames mit OK geschlossen werden.

Danach werden die gewünschten Bilder direkt durch einen Click auf eine Bildmarkierung auf dem **Bildkontrollstreifen (Frame controller)** selektiert, wenn danach die Taste **<Einf>** gedrückt wird. Wird nach dem Click aber die **<Entf>**-Taste gedrückt, so wird dieses Bild aus der Bildauswahl wieder entfernt.



Die Markierung eines **ausgewählten** Bildes

erscheint im Bildkontrollstreifen als **dunkelgrauer Querstrich**, jene eines **nicht selektierten** Bildes als kürzerer **hellgrauer Strich**. Die Bildmarkierung jenes Bildes, das gerade **angezeigt** wird, ist von einem **weißen Rechteck** umrahmt.

Mit der **Option Zoom to Frames** kann der Bereich jener Bilder eingeschränkt werden, die im Bildkontrollstreifen angezeigt werden sollen. Per Mausklick lassen sich dann nur noch jene Bilder anwählen, deren Markierung auf dem Bildkontrollstreifen sichtbar ist. Mit den Cursor-Steuertasten (links, rechts) kann man sich aber immer noch durch alle (selektierten) Bilder des Videoclips "hanteln".

Weitere Optionen des Data Video Fenster Kontextmenüs:

Wenn **Axis** angehakt ist, werden die Koordinatenachsen angezeigt (Standardeinstellung).

Full Size angehakt sorgt dafür, dass der ganze Bildschirm für die Darstellung der Videobilder verwendet wird; dies bringt aber nur etwas, wenn für das Data Video Fenster der ganze Bildschirm, nicht nur ein Viertelbildschirm, eingesetzt wird.

Trace angehakt bewirkt, dass nach Ablauf des Clips alle markierten Punkte im Bild zu sehen sind, dass also eine Spur der markierten Punkte sichtbar wird.

Mit **Ruler** kann man in einem Einzelbild **Entfernungen messen**. Richtige Ergebnisse dürften dabei nur dann entstehen, wenn die Strecke in der Ebene der Koordinatenachsen liegt.

Mit **Protractor** kann man unter analogen Voraussetzungen wie bei Ruler **Winkel bestimmen**. Das Winkelmaß wird im Untermenü **Activity options** eingestellt, in das man über den Hauptmenüpunkt **Options** schnell kommt.

Die eigentliche Videoauswertung:

Der **Start der eigentlichen Auswertung** erfolgt mit dem **grünen Start-Button** oben in der Mitte des Hauptbildschirmes. Falls man schon einmal eine Auswertung gemacht hat, würden durch den neuerlichen Start alle Werte verloren gehen, wenn man sie nicht bereits unter **File/Results/Save oder Save as** gespeichert hätte. Für diesen Fall gibt es auch den **kleineren Replay-Button**; wenn dieser gedrückt wird, so wird die aktuell im Speicher befindliche Auswertung nochmals abgespielt, wobei die Entstehung der eventuell schon vorhandenen Diagramme verfolgt werden kann.



Wir zeigen nun das **Data Video Fenster auf dem ganzen Bildschirm** an und stellen im Kontextmenü auf **Full Size**. So können die Markierungspunkte am besten gesetzt werden.

Wenn wir danach das erste Mal den Start-Button drücken, verwandelt sich der Mauscursor in ein Spezial-Kreuz (ähnlich einem Malteserkreuz ?), und wir setzen auf das Zentrum des Vorderrades im ersten Bild eine Markierung; danach springt das Bild/Auto, es wird das nächste ausgewählte Bild angezeigt, in dem wir wieder eine Markierung auf das Vorderrad setzen; und dieses Procedere machen wir mit Geduld und Begeisterung so lange weiter, bis wir beim letzten selektierten Bild (Nr.39) der Videosequenz angekommen sind. Ein wichtiger Schritt ist somit getan. Wir schalten die **Anzeige** des Video Data Fensters **wieder** auf die **Viertel-BS-Größe** zurück, um auf dem Bildschirm auch Platz für die Anzeige zweier Diagramme und einer Tabelle zu bekommen.

Die Erzeugung der Diagramme und Tabellen:

Mit der Option **Display as a Diagram** des Kontextmenüs zeigen wir unsere untersuchte Bewegung im rechten oberen BS-Viertel in einem Diagramm an, bei dem **auf der x-Achse die Zeit** und **auf der y-Achse** (erste vertikale Achse) **die x-Koordinaten der eben gesetzten Markierungspunkte** sind. Für die y-Koordinaten der Markierungen interessieren wir uns nicht. Deshalb löschen wir diese aus dem Diagramm, in dem wir über das Diagramm-Kontextmenü **Create/Edit Diagram** die Spalte C3 auf Connection **Empty** stellen. Wir haben somit ein **s-t-Diagramm des Startvorganges** bekommen.

Mit der Option **Display as a Table** des Kontextmenüs zeigen wir die Daten unserer Bewegung im rechten unteren BS-Viertel als Tabelle an. Wir sehen darin, dass der Startvorgang nach 2 Sek. abgeschlossen ist. Deshalb stellen wir diesen Wert auch als Maximumwert für die Zeitachse des Diagramms ein. Die erste vertikale Achse bekommt als Minimumwert 0 und als Maximumwert 7.

Wir interessieren und jetzt noch für die **Änderung der Geschwindigkeit** und der **Beschleunigung**. Dazu passen wir über die Diagramm-Kontextmenü-Option **Analyse/Function Fit** eine mathematische Funktion in unsere Messdaten ein (Polynomfunktion 2.Ordnung als Typ auswählen; [AutoFit]-Button drücken und mit OK schließen). In der Tabelle entsteht **eine neue Spalte (C3)** mit den Werten der eingepassten Funktion, im Diagramm sieht man auch den Graphen dieser Funktion, aber nicht all zu gut, weil die Messdaten und die Funktionswerte fast ident (was nicht immer der Fall ist) sind. In der **Spalte C4** der Tabelle und des Diagramms soll die **Geschwindigkeit v** dargestellt werden. Die Geschwindigkeit ist die zeitliche Ableitung des Weges und die Beschleunigung ist die zeitliche Ableitung der Geschwindigkeit. Für die Geschwindigkeit - ihre Funktionswerte sollen also in Spalte C4 kommen - berechnen wir nun aus den Werten der Spalte C3 mit der Formel **Derivative([Fit of P1X])** wie folgt die Funktionswerte: C4 anklicken; Connection: Formula; Unit: m/s; Quantity: v; Min-Wert: 0; Max-Wert: 10; Formula: Zauberkraft, Derivative() auswählen, dann Fit of P1X anklicken, dann OK; Axis: second vertical anwählen und mit OK abschließen.

Elegant ist es noch, mit **Process / Filter Graph** des **Diagramm-Kontextmenüs** zuerst eine Kurve durch die Messpunkte des **s-t-Diagramms** zeichnen zu lassen und diese dann durch **Process / Derivative** abzuleiten, um den Geschwindigkeitsgraphen zu bekommen. Die **durchschnittliche Beschleunigung** kann als „Sekantenanstieg“ des v-Graphen mit **Analyse / Slope** ermittelt werden.

Als Variante dazu kann aber auch folgendes gemacht werden: Damit die **Beschleunigung a** das Diagramm nicht verunstaltet, stellen wir **a** ebenfalls auf der zweiten vertikalen Achse des Diagramms in der Spalte C5 dar; die nötige Formel dafür heißt:

Derivative(v); sonst geht man analog vor wie bei der Darstellung der Geschwindigkeit **v**.

Im linken unteren BS-Viertel soll noch das **v-x-Diagramm des Bremsvorganges** dargestellt werden, welches z.B. zeigt, dass die Sprinterin auf den ersten Metern die Geschwindigkeit stärker erhöht als später !!

Dieses Diagramm wird über **Display Diagram / New Diagram** gemacht.

3. Das Fallen eines Basketballs

Werte allein oder als Zweierteam den Videoclip **ballog1.avi** oder **ballog2.avi** aus, der zeigt, wie ein Basketball vor dem BG Blumenstraße aus der Höhe des OG1 bzw. OG2 herunterfällt.

Vieles muss genau gleich wie bei unserem Musterbeispiel gemacht werden, einige Einstellungen müssen aber anders getroffen werden:

- damit man auch die vertikale Achse skalieren kann, muss man zwei Achsen mit differenzierten Skalierungen anwählen
- die Richtung der y-Achse(von oben nach unten)
- die Auswahl der Bilder des Videoclips (auf den ersten Bildern ist der Ball in Ruhe; diese Bilder sind uninteressant; auch das Aufhüpfen des Balles interessiert nicht)
- die Zeit-Kalibrierung (t = 0 nicht bei Bild 1 sondern beim ersten ausgewählten Bild... ; Coordinate Settings-Dialogfenster)

Für die Skalierung der Achsen muss man wissen:

Die Höhe zur Unterkante des Vordaches beim Eingang ist **2,90 m** (ballog1.avi) und jene zur Höhe der Fenstersims im OG1 (Clip ballog2.avi) beträgt **5,2 m** (Komma ist Punkt).

Neue Aktivität anlegen !

Wir machen eine **neue Aktivität** im Projekt des bremsenden Autos und lösen dort die Aufgabe.

Variante:

Wir legen ein **neues Projekt** an und versuchen mit dem **Projekt Manager** den Videoclip vom eben bearbeiteten Projekt in das neu angelegte Projekt hinüber zu kopieren. Dieses Kopieren ist eine wichtige Voraussetzung dafür, um z.B. vom Internet heruntergeladene oder auch selbst aufgenommene Videoclips in Coach5 zu untersuchen.

Mögliche Fragestellungen dazu: Wie groß ist die Beschleunigung ? Falls diese über $9,81 \text{ m/s}^2$ ist, wurde sicher die y-Achse schlecht skaliert.

4. Internet-Adressen zum Herunterladen von Daten-Videos

Site of Physics Education Department of the University of Munchen:

<http://www.physik.uni-muenchen.de/didaktik/Computer/DAVID/video.htm>

Physics Site of North Carolina School of Science and Mathematics:

<http://courses.ncssm.edu/physics/video.htm>

World in Motion Site: <http://members.aol.com/raacc/wim.html>

Site of Physics Department of New Hampshire Community Technical College:

<http://webphysics.tec.nh.us/vidshell/clips.html>.